



PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

<p>(51) 国際特許分類6 C30B 15/02, 29/06</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO99/46433</p> <p>(43) 国際公開日 1999年9月16日(16.09.99)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP98/05478</p> <p>(22) 国際出願日 1998年12月4日(04.12.98)</p> <p>(30) 優先権データ 特願平10/80342 1998年3月12日(12.03.98) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 スーパーシリコン研究所(SUPER SILICON CRYSTAL RESEARCH INSTITUTE CORP.)(JP/JP) 〒379-0125 群馬県安中市野谷555番地の1 Gunma, (JP)</p> <p>(72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 高瀬伸光(TAKASE, Nobumitsu)(JP/JP) 〒379-0125 群馬県安中市野谷555番地の1 株式会社 スーパーシリコン研究所内 Gunma, (JP)</p> <p>(74) 代理人 弁理士 二瓶正敬(NIHEI, Masayuki) 〒105-0012 東京都港区芝大門2-4-1 イズミビル Tokyo, (JP)</p>		<p>(81) 指定国 DE, KR, US</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>
<p>(54)Title: AUXILIARY APPARATUS FOR MELTING SINGLE CRYSTAL RAW MATERIAL AND METHOD OF MELTING SINGLE CRYSTAL RAW MATERIAL</p> <p>(54)発明の名称 単結晶原料供給装置及び単結晶原料供給方法</p> <p>(57) Abstract</p> <p>The molten raw material inside a feed pipe is prevented from solidifying without disposing any heating means such as a heater and any heat-keeping means such as a heat-insulating material on the outer periphery of the feed pipe when the molten raw material is allowed to overflow from an auxiliary crucible and supplied to a main crucible through the feed pipe. A pipe (1a) for supplying the molten liquid inside the auxiliary crucible (1) to the main crucible (11) by overflow is provided at the center of the auxiliary crucible (1) made of quartz. When the raw material inside the auxiliary crucible (1) is molten, an additional raw material overflowing intermittently, not continuously, from an opening at the upper end of the pipe (1a) is supplied into the main crucible (11) from a feeder (21).</p> <div data-bbox="940 1529 1801 2194"> </div> <p>1...QUARTZ CRUCIBLE a...SINGLE CRYSTAL PULL-UP APPARATUS 2...CARBON CRUCIBLE 3...HEATER 21...FEEDER</p>		

(57)要約

本発明は、補助ルツボ内の原料を誘導加熱式により加熱して溶解する際の熱効率を向上させて溶解時間を短縮することを目的とし、初期原料30aが低温であってその導電率が比較的小さいときには、導電性のカーボンシリンダ2が補助ルツボ1の側壁の全てを覆う高さ位置に配置され、高周波コイル3に高周波電流を印加すると、カーボンシリンダ2に2次誘導電流が発生し、カーボンシリンダ2がこの2次誘導電流によりジュール発熱してカーボンシリンダ2の熱が補助ルツボ1を介して内部の原料に伝達されて原料が加熱され、溶融を開始する。原料が溶融すると、絶縁性のセラミック台4が補助ルツボ1の側壁の全てを覆う高さ位置に配置され、原料の導電率が徐々に大きくなるので溶融原料30b内に2次誘導電流が発生し、溶融原料30b自体が2次誘導電流によりジュール発熱する。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE アラブ首長国連邦	DM ドミニカ	KZ カザフスタン	SD スーダン
AL アルバニア	EE エストニア	LC セントルシア	SE スウェーデン
AM アルメニア	ES スペイン	LI リヒテンシュタイン	SG シンガポール
AT オーストリア	FI フィンランド	LK スリ・ランカ	SI スロヴェニア
AU オーストラリア	FR フランス	LR リベリア	SK スロヴァキア
AZ アゼルバイジャン	GA ガボン	LS レソト	SL シエラ・レオネ
BA ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB 英国	LT リトアニア	SN セネガル
BB バルバドス	GD グレナダ	LU ルクセンブルグ	SZ スワジランド
BE ベルギー	GE グルジア	LV ラトヴィア	TD チャード
BF ブルキナ・ファソ	GH ガーナ	MC モナコ	TG トーゴ
BG ブルガリア	GM ガンビア	MD モルドヴァ	TJ タジキスタン
BJ ベナン	GN ギニア	MG マダガスカル	TZ タンザニア
BR ブラジル	GW ギニア・ビサウ	MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TM トルクメニスタン
BY ベラルーシ	GR ギリシャ	共和国	TR トルコ
CA カナダ	HR クロアチア	ML マリ	TT トリニダード・トバゴ
CF 中央アフリカ	HU ハンガリー	MN モンゴル	UA ウクライナ
CG コンゴ	ID インドネシア	MR モーリタニア	UG ウガンダ
CH スイス	IE アイルランド	MW マラウイ	US 米国
CI コートジボアール	IL イスラエル	MX メキシコ	UZ ウズベキスタン
CM カメルーン	IN インド	NE ニジェール	VN ヴェトナム
CN 中国	IS アイスランド	NL オランダ	YU ユーゴスラビア
CR コスタ・リカ	IT イタリア	NO ノールウェー	ZA 南アフリカ共和国
CU キューバ	JP 日本	NZ ニュー・ジーランド	ZW ジンバブエ
CY キプロス	KE ケニア	PL ポーランド	
CZ チェッコ	KG キルギスタン	PT ポルトガル	
DE ドイツ	KP 北朝鮮	RO ルーマニア	
DK デンマーク	KR 韓国	RU ロシア	

明 細 書

単結晶原料供給装置及び単結晶原料供給方法

5 技術分野

本発明は、引上げ C Z (Czochralski) 法により S i (シリコン) の無転位の単結晶を製造するための単結晶引上げ装置において単結晶の原料を補助ルツボ内で加熱して溶解し、この溶解原料を主ルツボに供給するための単結晶原料供給装置及び単結晶原料供給方法に関する。

10

背景技術

- 一般に、引上げ C Z 法による単結晶製造装置では、高耐圧気密チャンバ内を 1 0 torr 程度に減圧して新鮮な A r (アルゴン) ガスを流すとともに、チャンバ内の下方に設けられた石英ルツボ内の多結晶を
- 15 加熱して熔融し、この融液の表面に種結晶を上から浸漬し、種結晶と石英ルツボを回転、上下移動させながら種結晶を引き上げることにより、種結晶の下に上端が突出した円錐形の上部コーン部と、円筒形のボディ部と下端が突出した円錐形の下部コーン部より成る単結晶（いわゆるインゴット）を成長させるように構成されている。
- 20 このような装置において原料を溶解する従来の方法としては、単結晶引上げ用のルツボ（以下、主ルツボ）内の熔融原料の減少を補助ルツボから供給する方法が提案されている。例えば特開昭 5 5 - 1 3 0 8 9 4 号公報では主ルツボと連通した補助ルツボ内で原料を溶解して、補助ルツボから連通管を介して主ルツボに追加供給する方法が提案さ
- 25 れている。また、特開昭 5 6 - 1 6 4 0 9 7 号公報では固体原料を引上げ装置の外から引上げ装置内の補助ルツボ内に供給して溶解し、溶

解原料を補助ルツボから主ルツボに追加供給する方法が提案されている。

しかしながら、溶解原料を補助ルツボから少量ずつ連続してオーバーフローさせて供給管を介して主ルツボに供給する方法では、溶解原料
5 が供給管内で固化するのでこれを防止するために、供給管の外周にヒータなどの加熱手段や断熱材などの保温手段が必要になるという問題点がある。また、他の方法として、供給管を用いずに、棒状の原料を吊るして溶解し、液滴を落下させる方法では、あらかじめ原料を棒状に加工する必要があり、また、供給速度が遅くなるという問題点がある。
10

発明の開示

本発明は上記従来例の問題点に鑑み、溶解原料を補助ルツボからオーバーフローさせて供給管を介して主ルツボに供給する場合に供給管の
15 外周にヒータなどの加熱手段や断熱材などの保温手段を設けることなく溶解原料が供給管内で固化することを防止することができる単結晶原料供給装置を提供することを目的とする。

本発明は上記目的を達成するために、補助ルツボ内の溶融液が間欠的に供給管の上端の開口をオーバーフローしてオーバーフロー量が増加する
20 るように、追加原料を間欠的に補助ルツボ内に供給するようになしたり、あるいは追加原料は連続的に補助ルツボ内に供給するが、補助ルツボ自体における溶融液の表面張力を増大させ、溶融液が供給管の開口に対して盛り上がり、一度にまとまった量の溶融液がオーバーフローするようになしたり、さらにこれらを組み合わせたりしたものである。

25 すなわち本発明によれば、単結晶の原料を補助ルツボ内で加熱して溶解し、この溶解原料を供給管を介して主ルツボに供給する単結晶原

料供給装置において、前記補助ルツボ内の原料が溶解した後、この溶融液が間欠的に前記供給管の上端の開口をオーバフローする量の追加原料を間欠的に前記補助ルツボ内に供給する原料供給手段を有することを特徴とする単結晶原料供給装置が提供される。

- 5 また本発明によれば、単結晶の原料を補助ルツボ内で加熱して溶解し、この溶解原料を供給管を介して主ルツボに供給する単結晶原料供給装置において、

- 前記補助ルツボ内の溶融液が表面張力により前記供給管の上端開口より所定距離以上盛り上がるように、前記供給管の上端開口が変形されて
- 10 いることを特徴とする単結晶原料供給装置が提供される。

また本発明によれば、単結晶の原料を補助ルツボ内で加熱して溶解し、この溶解原料を供給管を介して主ルツボに供給する単結晶原料供給装置において、

- 前記補助ルツボ内の溶融液が対流により前記供給管の上端の開口より所定距離以上盛り上がるように、前記補助ルツボ内の原料を加熱するための高周波コイルが、前記補助ルツボの回りに配置されているこ
- 15 とを特徴とする単結晶原料供給装置が提供される。

- また本発明によれば、単結晶の原料を補助ルツボ内で加熱して溶解し、この溶解原料を供給管を介して主ルツボに供給する単結晶原料供給装置において、
- 20

前記補助ルツボ内の原料が溶解した後、この溶融液が間欠的に前記供給管の上端の開口をオーバフローする量の追加原料を間欠的に前記補助ルツボ内に供給する原料供給手段を有し、

- かつ前記補助ルツボ内の溶融液が表面張力により前記供給管の上端開口より所定距離以上盛り上がるように、前記供給管の上端開口が変
- 25 形されていることを特徴とする単結晶原料供給装置が提供される。

また本発明によれば、単結晶の原料を補助ルツボ内で加熱して溶解し、この溶解原料を供給管を介して主ルツボに供給する単結晶原料供給装置において、

- 5 前記補助ルツボ内の原料が溶解した後、この溶融液が間欠的に前記供給管の上端の開口をオーバーフローする量の追加原料を間欠的に前記補助ルツボ内に供給する原料供給手段を有し、

- 10 前記補助ルツボ内の溶融液が対流により前記供給管の上端の開口より所定距離以上盛り上がるように、前記補助ルツボ内の原料を加熱するための高周波コイルが、前記補助ルツボの回りに配置されていることを特徴とする単結晶原料供給装置が提供される。

また本発明によれば、単結晶の原料を補助ルツボ内で加熱して溶解し、この溶解原料を供給管を介して主ルツボに供給する単結晶原料供給装置において、

- 15 前記補助ルツボ内の溶融液が対流により前記供給管の上端の開口より所定距離以上盛り上がるように、前記補助ルツボ内の原料を加熱するための高周波コイルが、前記補助ルツボの回りに配置されていて、かつ前記補助ルツボ内の溶融液が表面張力により前記供給管の上端開口より所定距離以上盛り上がるように、前記供給管の上端開口が変形されていることを特徴とする単結晶原料供給装置が提供される。

- 20 また本発明によれば、単結晶の原料を補助ルツボ内で加熱して溶解し、この溶解原料を供給管を介して主ルツボに供給する単結晶原料供給方法において、

- 25 前記補助ルツボ内の原料が溶解した後、この溶融液が間欠的に前記供給管の上端の開口をオーバーフローする量の追加原料を間欠的に前記補助ルツボ内に供給するステップを有することを特徴とする単結晶原料供給方法が提供される。

また本発明によれば、単結晶の原料を補助ルツボ内で加熱して溶解し、この溶解原料を供給管を介して主ルツボに供給する単結晶原料供給方法において、

- 5 前記補助ルツボ内の原料が溶解した後、この熔融液の表面張力を増大させるステップを有することを特徴とする単結晶原料供給方法が提供される。

また本発明によれば、単結晶の原料を補助ルツボ内で加熱して溶解し、この溶解原料を供給管を介して主ルツボに供給する単結晶原料供給方法において、

- 10 前記補助ルツボ内の原料が溶解した後、この熔融液が間欠的に前記供給管の上端の開口をオーバフローする量の追加原料を間欠的に前記補助ルツボ内に供給するステップと、

前記補助ルツボ内の原料が溶解した後、この熔融液の表面張力を増大させるステップとを、

- 15 有することを特徴とする単結晶原料供給方法が提供される。

図面の簡単な説明

図1は、本発明に係る単結晶原料供給装置の第1の実施形態が適用された単結晶引上げ装置を示す構成図である。

- 20 図2は、図1の原料供給装置の供給方法を示す説明図である。

図3は、第2の実施形態の原料供給装置を示す構成図である。

図4は、第3の実施形態の原料供給装置を示す構成図である。

発明を実施するための最良の形態

- 25 以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図1は本発明に係る単結晶原料供給装置の第1の実施形態が適用された単結晶引

上げ装置を示す構成図、図2は図1の原料供給装置の供給方法を示す説明図である。

図1に示す単結晶引上げ装置10では、石英の主ルツボ11の回りには円筒状のヒータ（不図示）が配置され、ヒータの回りには円筒状の断熱材13が配置されている。これらの部材11、13は下部チャンバ14内に配置されている。また、図示省略されているが、主ルツボ11はカーボンルツボにより支持され、この主ルツボ11とカーボンルツボは上下方向に移動可能に、軸の回りを回転可能に支持されている。また、下部チャンバ14の上には上部チャンバ15が配置され、上部チャンバ15からは単結晶を引き上げるためのケーブルが上下方向に移動可能に、軸の回りを回転可能に吊り下げられる。

下部チャンバ14の上にはまた、補助チャンバ17が配置され、補助チャンバ17内には主ルツボ11内に溶解原料（メルト）を供給するために図2に詳しく示すような補助溶解装置20が配置されている。さらに、補助溶解装置20の上には単結晶原料となる固体粒状原料を供給するための固体粒状原料供給装置（フィーダ）21が配置されている。なお、下部チャンバ14と、上部チャンバ15と補助チャンバ17の内部は連通していて低圧に維持され、また、Arなどの不活性ガスが流されている。

図2を参照して補助溶解装置20について詳しく説明する。石英の補助ルツボ1の中央には、補助ルツボ1内の熔融液をオーバフローにより主ルツボ11に供給するための供給管としてのパイプ1aが形成され、このパイプ1aは上端の開口の高さ位置が補助ルツボ1の高さの約1/2の位置に突出するように形成されている。また、補助ルツボ1はカーボンルツボ2により支持され、カーボンルツボ2の回りには抵抗加熱式のヒータ3が配置されている。

- このような構成において、まず、パイプ 1 a は上端の開口を超えない量の原料がフィーダ 2 1 から補助ルツボ 1 内に供給され、次いでヒータ 3 により加熱される。そして、補助ルツボ 1 内の原料が溶解すると、補助ルツボ 1 内の熔融液が間欠的にパイプ 1 a の上端の開口をオーバーフローして主ルツボ 1 1 に供給される量の追加原料がフィーダ 2 1 から補助ルツボ 1 内に供給される。間欠の頻度は、例えば 1 分に 1 回などとすることができる。次いで補助ルツボ 1 内の全ての原料がヒータ 2 により加熱されて溶解すると、再度、補助ルツボ 1 内の熔融液がオーバーフローにより主ルツボ 1 1 に供給される量の追加原料がフィーダ 2 1 から補助ルツボ 1 内に供給される。以下、同様に、フィーダ 2 1 から原料を連続して供給するのではなく、間欠的に供給することにより補助ルツボ 1 内の熔融液を間欠的にオーバーフローさせてオーバーフロー量を増加させ、パイプ 1 a の内壁面との接触時間を短縮することにより、主ルツボ 1 1 に供給する。
- 図 3 に示す第 2 の実施形態では、表面張力により補助ルツボ 1 内の熔融液がパイプ 1 a の開口と補助ルツボ 1 の内壁の間で、開口より所定距離以上盛り上がるように、パイプ 1 a の開口 1 b が内側にやや変形されている。このような変形をしない、図 2 の形状の場合にも熔融液は表面張力により開口より上へ盛り上がるが、このような変形をすることにより、更に盛り上がりが高くなる。なお、この例ではパイプ 1 a の先端の外径と内径が共にテーパ状に先細りとなっているが、表面張力に影響を与えるのは、パイプ 1 a の外周部であるので、パイプ先端の外径がテーパ状に先細りとなっていれば、同様の効果がある。
- 他の構成は第 1 の実施形態と同一である。ただし、第 1 の実施形態のように間欠的に原料を補助ルツボに供給する必要はなく、開口に対

する熔融液の盛り上がりが所定高さになったとき、表面が崩れて、一度に所定量の熔融液がパイプ 1 a 内に流れ込むので、自動的に間欠供給が可能である。したがって、このような構成によれば、補助ルツボ 1 内の原料がヒータ 3 により加熱されて溶解した後、補助ルツボ 1 内の熔融液がオーバフローにより主ルツボ 1 1 に供給される量の原料が
5 フィーダ 2 1 から補助ルツボ 1 内に追加供給されると、第 1 の実施形態と比較して、表面張力により盛り上がった分だけ多く原料がオーバフローして主ルツボ 1 1 に供給されるので、パイプ 1 a の内壁面との接触時間を更に短縮することができる。

10 図 4 に示す第 3 の実施形態では、抵抗加熱式のヒータ 3 の代わりに誘導加熱式の高周波コイル 4 が配置されている。他の構成は第 1 の実施形態と同一である。このような構成によれば、高周波コイル 4 に高周波電力が印加されると、補助ルツボ 1 内の原料が 2 次誘導電流によりジュール発熱して溶解し、また、補助ルツボ 1 内の熔融液が高周波
15 コイル 4 による対流によりパイプ 1 a の開口と補助ルツボ 1 の内壁の間で盛り上がる。この実施形態では、第 2 の実施形態より、表面張力が増大し、あるいは実際の値はともかく、あたかも表面張力が増大したような状態となり、第 2 の実施形態における開口からの盛り上がり高さの臨界点、すなわち、パイプ 1 a に熔融液が流れ込み出す盛り
20 上がり高さより、高い盛り上がりとなっても、流れ込まず、より多くの量を一度に供給することができる。

したがって、この状態で補助ルツボ 1 内の熔融液がオーバフローにより主ルツボ 1 1 に供給される量の追加原料がフィーダ 2 1 から補助ルツボ 1 内に供給されると、第 1 の実施形態及び第 2 の実施形態と
25 較して、対流により盛り上がった分だけ多く原料がオーバフローして主ルツボ 1 1 に供給されるので、パイプ 1 a の内壁面との接触時間を

更に短縮することができる。なお、第2の実施形態と同様、第1の実施形態のように間欠的に原料を補助ルツボに供給する必要はなく、開口に対する溶融液の盛り上がりが所定高さになったとき、表面が崩れて、一度に所定量の溶融液がパイプ1a内に流れ込むので、自動的に
5 間欠供給が可能である。

ところで、単結晶引上げの分野では、単結晶の引上げ中に主ルツボ11内の溶融液が対流することを防止するために、主ルツボ11の回りにコイルなどを配置して縦型磁界、横型磁界、カスプ形磁界を発生することは周知である。これに対し、本発明では補助ルツボ1内の
10 溶融液を意図的に対流させて溶融液のオーバフロー量を増加させて主ルツボ11に供給するように構成されている。また、第1～第3の実施形態を組み合わせることにより更に多く原料をオーバフローさせることができる。すなわち、第1の実施形態と第2の実施形態を組み合わせたり、第1の実施形態と第3の実施形態を組み合わせたり、第2
15 の実施形態と第3の実施形態を組み合わせたり、第1の実施形態と第2の実施形態と第3の実施形態を組み合わせたりすることができる。

産業上の利用可能性

以上説明したように本発明によれば、補助ルツボ内の溶融液が間
20 欠的に供給管の上端の開口をオーバフローしてオーバフロー量が増加するように、追加原料を間欠的に補助ルツボ内に供給するようにしたり、あるいは追加原料は連続的に補助ルツボ内に供給するが、補助ルツボ自体における溶融液の表面張力を増大させ、溶融液が供給管の開口に対して盛り上がり、一度にまとまった量の溶融液がオーバフロー
25 するようにしたり、さらにこれらを組み合わせたりしたので、供給管の外周にヒータなどの加熱手段や断熱材などの保温手段を設けること

なく溶解原料が供給管内で固化することを防止することができる。

請 求 の 範 囲

1. 単結晶の原料を補助ルツボ内で加熱して溶解し、この溶解原料を供給管を介して主ルツボに供給する単結晶原料供給装置において、
- 5 前記補助ルツボ内の原料が溶解した後、この熔融液が間欠的に前記供給管の上端の開口をオーバーフローする量の追加原料を間欠的に前記補助ルツボ内に供給する原料供給手段を有することを特徴とする単結晶原料供給装置。
- 10 2. 単結晶の原料を補助ルツボ内で加熱して溶解し、この溶解原料を供給管を介して主ルツボに供給する単結晶原料供給装置において、
- 前記補助ルツボ内の熔融液が表面張力により前記供給管の上端開口より所定距離以上盛り上がるように、前記供給管の上端開口が変形されていることを特徴とする単結晶原料供給装置。
- 15 3. 単結晶の原料を補助ルツボ内で加熱して溶解し、この溶解原料を供給管を介して主ルツボに供給する単結晶原料供給装置において、
- 前記補助ルツボ内の熔融液が対流により前記供給管の上端の開口より所定距離以上盛り上がるように、前記補助ルツボ内の原料を加熱する
- 20 ための高周波コイルが、前記補助ルツボの回りに配置されていることを特徴とする単結晶原料供給装置。
4. 単結晶の原料を補助ルツボ内で加熱して溶解し、この溶解原料を供給管を介して主ルツボに供給する単結晶原料供給装置において、
- 25 前記補助ルツボ内の原料が溶解した後、この熔融液が間欠的に前記供給管の上端の開口をオーバーフローする量の追加原料を間欠的に前記

補助ルツボ内に供給する原料供給手段を有し、

かつ前記補助ルツボ内の熔融液が表面張力により前記供給管の上端開口より所定距離以上盛り上がるように、前記供給管の上端開口が変形されていることを特徴とする単結晶原料供給装置。

5

5. 前記補助ルツボ内の熔融液が対流により前記供給管の上端の開口より所定距離以上盛り上がるように、前記補助ルツボ内の原料を加熱するための高周波コイルが、前記補助ルツボの回りに配置されていることを特徴とする請求項4記載の単結晶原料供給装置。

10

6. 単結晶の原料を補助ルツボ内で加熱して溶解し、この溶解原料を供給管を介して主ルツボに供給する単結晶原料供給装置において、

前記補助ルツボ内の原料が溶解した後、この熔融液が間欠的に前記供給管の上端の開口をオーバフローする量の追加原料を間欠的に前記補助ルツボ内に供給する原料供給手段を有し、

15

前記補助ルツボ内の熔融液が対流により前記供給管の上端の開口より所定距離以上盛り上がるように、前記補助ルツボ内の原料を加熱するための高周波コイルが、前記補助ルツボの回りに配置されていることを特徴とする単結晶原料供給装置。

20

7. 単結晶の原料を補助ルツボ内で加熱して溶解し、この溶解原料を供給管を介して主ルツボに供給する単結晶原料供給装置において、

前記補助ルツボ内の熔融液が対流により前記供給管の上端の開口より所定距離以上盛り上がるように、前記補助ルツボ内の原料を加熱するための高周波コイルが、前記補助ルツボの回りに配置されていて、

25

かつ前記補助ルツボ内の熔融液が表面張力により前記供給管の上端開口より所定距離以上盛り上がるように、前記供給管の上端開口が変形されていることを特徴とする単結晶原料供給装置。

5 8. 前記供給管の上端開口が、前記補助ルツボ内で前記補助ルツボの底面より所定高さ突出していることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 つ又は請求項 6 又は 7 に記載の単結晶原料供給装置。

10 9. 前記供給管の上端開口の外径がテーパ状に先細りとなっていることを特徴とする請求項 2、4、7 のいずれか 1 つに記載の単結晶原料供給装置。

15 10. 単結晶の原料を補助ルツボ内で加熱して溶解し、この溶解原料を供給管を介して主ルツボに供給する単結晶原料供給方法において、
前記補助ルツボ内の原料が溶解した後、この熔融液が間欠的に前記供給管の上端の開口をオーバフローする量の追加原料を間欠的に前記補助ルツボ内に供給するステップを有することを特徴とする単結晶原料供給方法。

20

11. 単結晶の原料を補助ルツボ内で加熱して溶解し、この溶解原料を供給管を介して主ルツボに供給する単結晶原料供給方法において、
前記補助ルツボ内の原料が溶解した後、この熔融液の表面張力を増大させるステップを有することを特徴とする単結晶原料供給方法。

25

12. 単結晶の原料を補助ルツボ内で加熱して溶解し、この溶解原

料を供給管を介して主ルツボに供給する単結晶原料供給方法において、

前記補助ルツボ内の原料が溶解した後、この熔融液が間欠的に前記供給管の上端の開口をオーバフローする量の追加原料を間欠的に前記補助ルツボ内に供給するステップと、

- 5 前記補助ルツボ内の原料が溶解した後、この熔融液の表面張力を増大させるステップとを、

有することを特徴とする単結晶原料供給方法。

FIG. 1

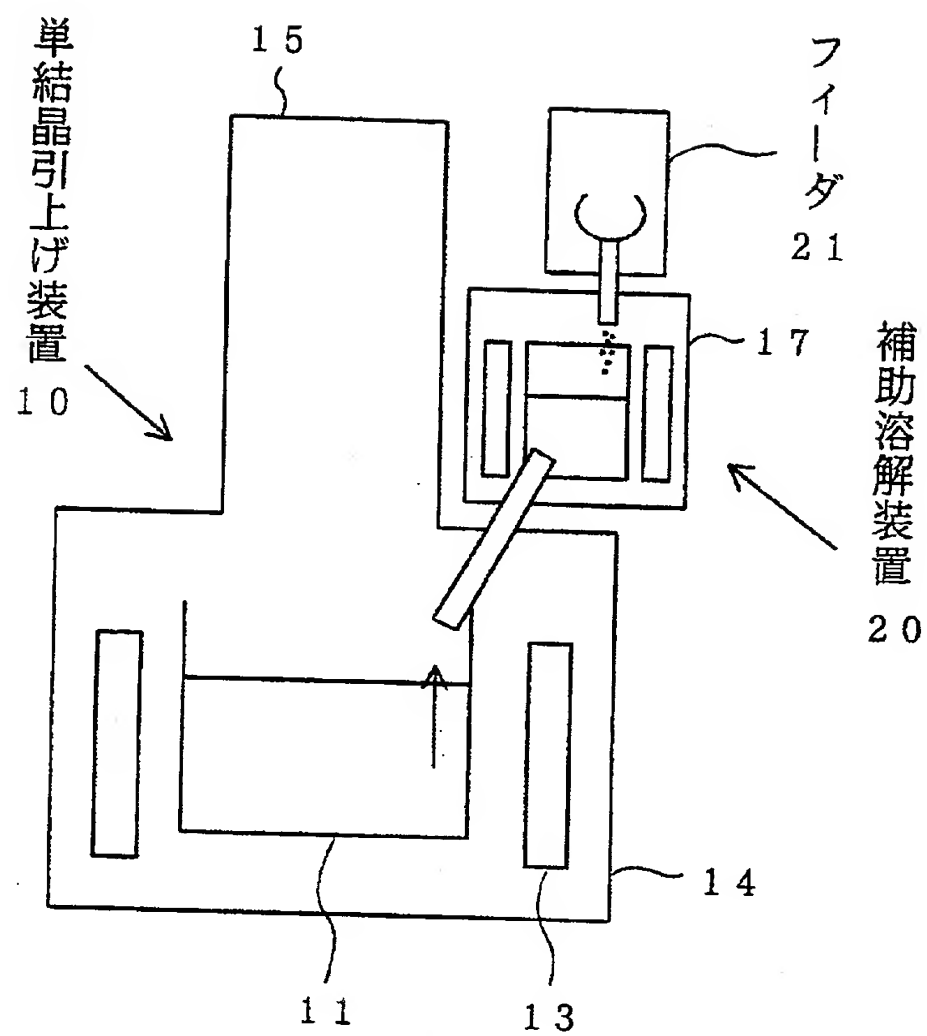


FIG. 2

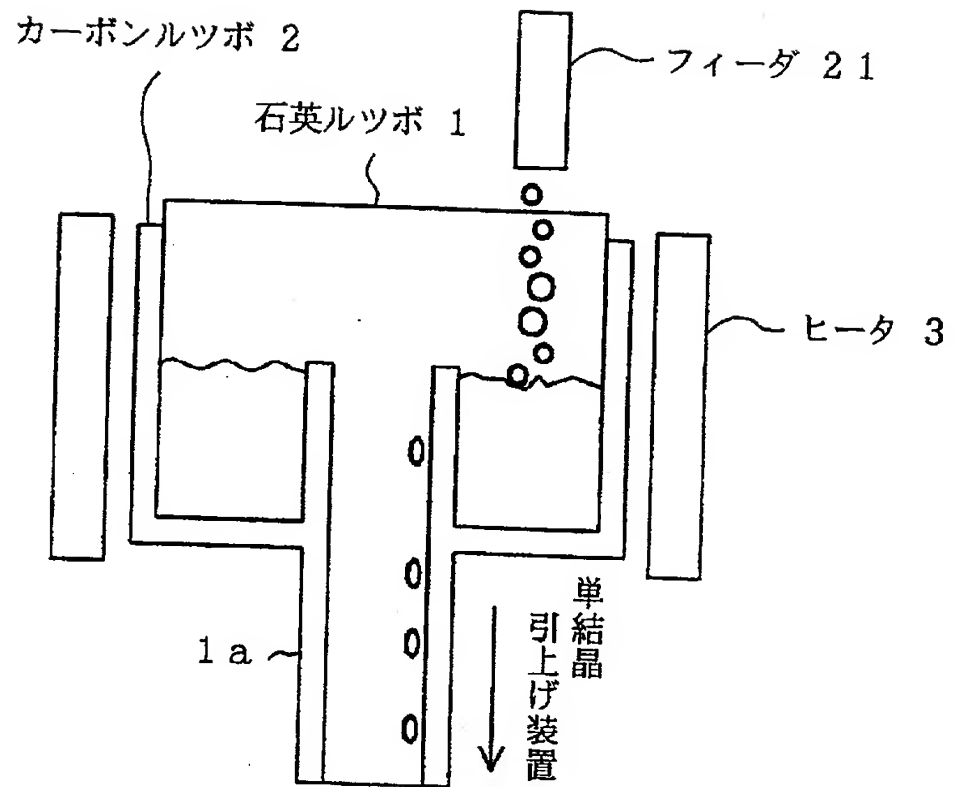


FIG. 3

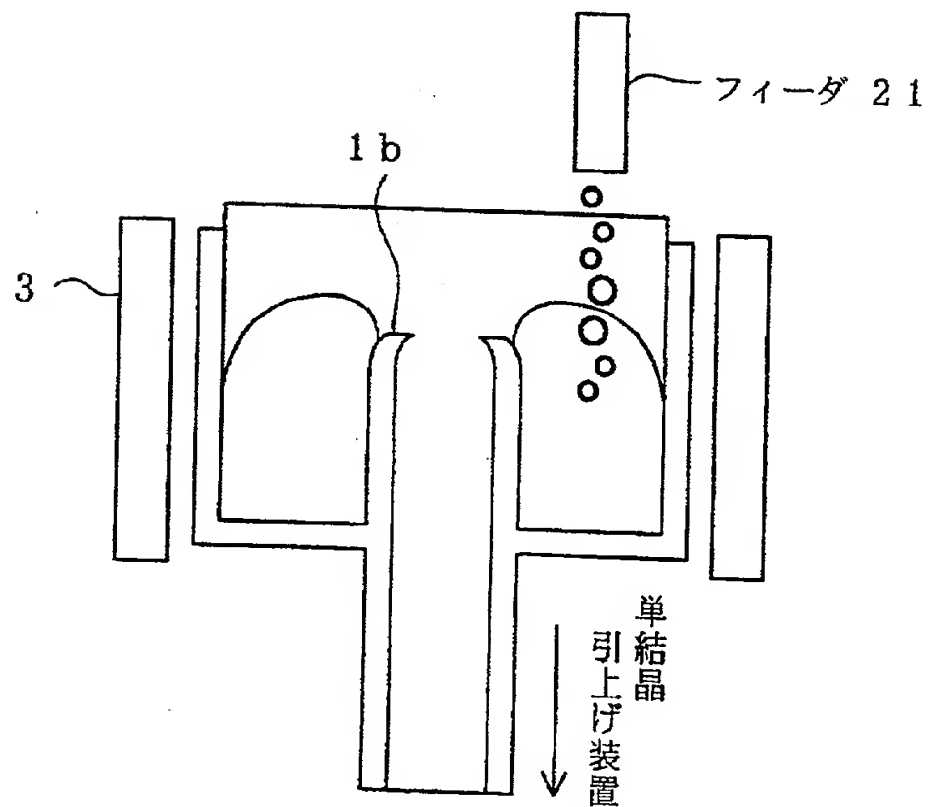
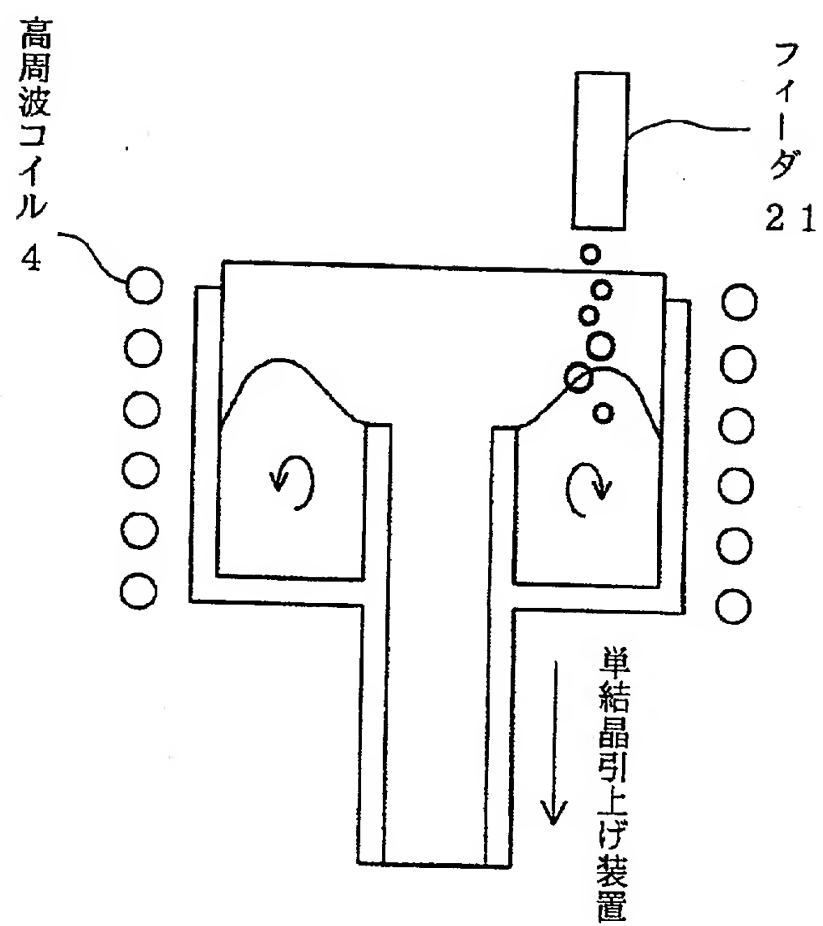


FIG. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP98/05478

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁶ C30B15/02, C30B29/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁶ C30B15/00, C30B29/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1998

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1998 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1998

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 63-95196, A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 26 April, 1988 (26. 04. 88), Full text ; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-13
A	JP, 09-263481, A (Sumitomo Sitix Corp.), 7 October, 1997 (07. 10. 97), Full text ; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1-13

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
5 January, 1999 (05. 01. 99)Date of mailing of the international search report
19 January, 1999 (19. 01. 99)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ⁸ C30B15/02, C30B29/06		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ⁸ C30B15/00, C30B29/06		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996 日本国公開実用新案公報 1971-1998 日本国登録実用新案公報 1994-1998 日本国実用新案登録公報 1996-1998		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 63-95196, A (住友電気工業株式会社) 26.04 月.1988 (26.04.88) 全文、第1-3図 (ファミリーな し)	1-13
A	JP, 09-263481, A (住友シチックス株式会社) 07. 10月.1997 (07.10.97) 全文、1-5図 (ファミリ ーなし)	1-13
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	05.01.99	国際調査報告の発送日
国際調査機関の名称及びあて先	日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 八原 由美子 電話番号 03-3581-1101 内線 3416